FACULTE DE MEDECINE BICHAT - BEAUJON

UNIVERSITE PARIS VII

27

Année 1973 -:- N°

THESE

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

Jeanne COHEN-SOLAL

née le 7 octobre 1946 à ALGER

Présentée et soutenue publiquement le 6 mars 1973

-:-

LA VAPORISATION

ETUDE PHYSIQUE ET APPLICATION A L'ANESTHESIE : HALOTHANE

(Présentation AUDIO-VISUELLE)

-:-

Président : Monsieur Jean BAUMANN, Professeur

-:-

DACTYLO-SORBONNE
8, rue Casimir Delavigne
PARIS - 6ème
1973

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543902_0038

FACULTE DE MEDECINE BICHAT - BEAUJON

UNIVERSITE PARIS VII

Année 1973 -:- N°

T H E S E

pour le

D O C T O R A T E N M E D E C I N E

(Diplôme d'Etat)

Jeanne C O H E N - S O L A L

née le 7 octobre 1946 à ALGER

Présentée et soutenue publiquement le 6 mars 1973

-:-

L A V A P O R I S A T I O N

ETUDE PHYSIQUE ET APPLICATION A l'ANESTHESIE : H A L O T H A N E

(Présentation AUDIO-VISUELLE)

-:-

Président : Monsieur Jean BAUMANN, Professeur

-:-

DACTYLO-SORBONNE
8, rue Casimir Delavigne
PARIS - 6ème
1973

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A Monsieur le Professeur Jean BAUMANN
Doyen de la Faculté de Médecine Xavier BICHAT,

Qui nous a fait le grand Honneur
d'accepter la Présidence de cette
THESE.

A Monsieur le Professeur Agrégé Pierre JOLIS
Chef du Département d'ANESTHESIE-REANIMATION DE
L'HOPITAL BEAUJON

Qui nous a confié ce travail et nous
a aidé à le réaliser,

Qu'il reçoive ici le témoignage de
notre respectueuse reconnaissance.

A nos Maîtres

Qui nous ont appris à découvrir et à aimer la Médecine.

En gage de notre sincère reconnaissance.

A ma famille,

A mes amis.

Nous remercions :

Monsieur François BIECHELER
Monsieur Georges BENICHOU
Monsieur Jean-François RAULT

et

LES LABORATOIRES A V L O N

Qui ont pris une place prépondérante
à la réalisation de ce travail.

L A V A P O R I S A T I O N

ETUDE PHYSIQUE ET APPLICATION A L'ANESTHESIE :

H A L O T H A N E

(Présentation AUDIO-VISUELLE)

I N T R O D U C T I O N

-:-

Le but de ce travail, réalisé dans le département d'ANESTHESIE-REANIMATION du Centre Hospitalo-Universitaire Xavier BICHAT, (Professeur Agrégé : Pierre JOLIS), est d'exposer, sous forme d'un montage de diapositives sonorisées, le phénomène physique de VAPORISATION et l'intérêt de ce processus en Médecine par son application directe à l'ANESTHESIE-REANIMATION.

1. Dans un premier temps, nous étudierons la VAPORISATION dans son principe physique.

En effet, la VAPORISATION, est un phénomène physique naturel intéressant tous les liquides. Ceux-ci sont constitués d'un ensemble de molécules toutes semblables entre elles dans un fluide. Elles sont agitées d'un perpétuel mouvement exerçant une attraction puissante les unes sur les autres. Certaines molécules, cependant s'échappent dans l'atmosphère environnante et surmontent alors la surface du liquide sous forme de vapeur.

Ce phénomène dépend de certaines variables, en particulier l'état d'agitation des molécules, elle-même dépendant de la température. Il augmente en même temps qu'elle. Mais il existe cependant une limite à ce processus. Celui-ci cesse quand la concentration au-dessus du liquide atteint une certaine pression, dite pression de vapeur saturante.

Il s'agit d'un phénomène entraînant une certaine dépense d'énergie (la chaleur latente de vaporisation). Cette énergie est puisée soit dans une source extérieure, soit dans le liquide lui-même : il se refroidit alors. Plus le liquide est froid, plus grande sera l'énergie nécessaire à sa transformation en vapeur. Pour une certaine température, le liquide se transforme spontanément en vapeur sans que ce changement ne nécessite d'énergie.

2. Tous ces phénomènes sont directement applicables à l'ANESTHESIE REANIMATION. Ils conduisent à l'administration dans certaines conditions des vapeurs de liquides anesthésiques volatils. Ce sera là l'objet de la DEUXIEME PARTIE DE CETTE ETUDE.

3 . Dans un troisième temps, enfin, nous avons choisi de prendre comme exemple le Mode d'Administration d'un anesthésique

volatil sûr et puissant : L ' H A L O T H A N E.

Le principe de l'utilisation des appareils servant à sa vaporisation est une illustration parfaite des principes exposés dans les deux premières parties de ce travail.

P L A N

I . DEFINITION ET GENERALITES SUR LA VAPORISATION.

- Définition
- Les états de la matière
- Phénomènes Physiques :
  . Courbes de vaporisation
  . Pression de vapeur saturante
  . Chaleur latente de vaporisation

II . APPLICATION A LA CLINIQUE ANESTHESIQUE.

- La ventilation
  . loi physique : les pressions partielles
  . composition des gaz inhalés et ventilation
  . diffusion alvéolocapillaire
- Inhalation de liquides vaporisés et mode d'administration
  1. HISTORIQUE
     Les différents gaz et les premiers appareils
  2. ACTUELLEMENT
     . Produits non explosifs
     . nouveaux appareils délivrant des pourcentages constants de gaz.

III. VAPORISATION DE L'HALOTHANE

- Le liquide à vaporiser : ses caractéristiques
- Les appareils servant à la vaporisation de l'halothane avec : - leurs caractéristiques
  - les résultats.

CONCLUSIONS.

I - DEFINITION ET GENERALITES SUR LA VAPORISATION

§ 1 - La Vaporisation ou passage de l'état liquide à l'état gazeux, est un phénomène physique naturel (comme le témoigne le cycle de l'eau dans la nature).

§ 2 - La matière peut exister sous trois états (solide, liquide, gazeux) selon les forces de cohésion entre les molécules. Le passage d'un état à un autre état correspond à un changement de niveau énergétique et se traduit par une absorption ou un dégagement de chaleur.

§ 3 - Dans les trois états, les molécules sont agitées de mouvements incessants dont l'amplitude est différente et caractéristique de chaque état.

§ 4 - Un gaz est caractérisé par sa pression et son volume

La pression correspond à une énergie par unité de volume :

Force = masse x accélération $M\ L\ T^{-2}$

Poids = masse x accélération de la pesanteur $M\gamma$

$$\text{Pression} = \frac{\text{Force}}{\text{Surface}} = \frac{M\ L\ T^{-2}}{L^2} = M\ L^{-1}\ T^{-2}$$

Energie = Travail = Force x trajet parcouru

$$= M\ L\ T^{-2} \times L = M\ L^2\ T^{-2}$$

$$\text{Energie/unité de volume} = \text{pression} = \frac{M\ L\ T^{-2}}{L^3} = M\ L^{-1}\ T^{-2}$$

§ 5 - La pression d'un gaz est proportionnelle à son volume et liée à elle par la loi de Mariotte :

$$P\ V = \text{Constante}$$

A température constante le volume d'un gaz dit parfait varie en fonction inverse de la pression à laquelle il, est soumis. La plupart des gaz n'étant pas parfaits présentent des écarts à cette loi.

§ 6 - Le phénomène de vaporisation peut être mis facilement en évidence ainsi que ses caractéristiques.

- En projetant un jet d'éther sur la main, on perçoit un refroidissement qui correspond au changement de niveau énergétique du passage de l'état liquide à l'état gazeux.
- On peut également vaporiser de l'éther en faisant passer un courant d'oxygène dans un récipient contenant le liquide à vaporiser. Le gaz sortant de l'enceinte se charge de vapeurs d'éther. Le pourcentage d'éther dans l'oxygène sortant est plus important lorsque le gaz barbote à travers le liquide.

Donc, toutes choses égales par ailleurs, l'augmentation de la surface de contact entre le liquide et le gaz permet d'augmenter le passage de l'un à l'autre.

§ 7 - Ce phénomène est limité. La vaporisation cesse quand la concentration moléculaire au-dessus du liquide, atteint une valeur fixe : la pression de vapeur saturante.
(Notion mise en évidence par l'expérience du Tube de TORRICELLI dans sa cuve à mercure : quand ce stade est atteint, l'éther au lieu de se vaporiser, demeure à l'état liquide à la surface du mercure).
A la pression de vapeur saturante un équilibre s'établit entre la phase liquide et la phase gazeuse : des molécules en nombre égal passant continuellement d'une phase à l'autre.

§ 8 - Certains facteurs influencent la pression maximale de vaporisation.

- Celle-ci est indépendante du poids total du fluide et du volume offert.
- Elle augmente rapidement avec la température.
- Elle varie avec la nature du liquide (D'autant plus grande que le liquide est plus volatil).

§ 9 - Le résultat est visualisé par la courbe de pression en fonction du volume à température constante = isotherme du système liquide-vapeur.

§ 10 - A température croissante on passe plus facilement de la vapeur saturante à la vapeur sèche.

A l'extrême la vaporisation devient impossible, le corps se présente obligatoirement à l'état gazeux = c'est la température critique de vaporisation. On a ainsi rejoint la courbe des gaz parfaits.

§ 11 - La chaleur latente de vaporisation est une autre notion nécessaire à la compréhension de ce phénomène.

C'est la quantité de chaleur nécessaire à 1 gramme de liquide pour être transformée en vapeur saturante sans changement de température :

$$Q = P \times L_v$$

II - APPLICATION A LA CLINIQUE ANESTHESIQUE

1) Dans un mélange gazeux la pression exercée par chaque gaz est la même que s'il était seul à occuper tout le volume offert. La pression totale est égale à la somme des pressions exercées par chacun des composants : c'est la loi de DALTON sur les pressions partielles.

2) L'air atmosphérique, et le gaz alvéolaire sont considérés comme des mélanges gazeux qui obeissent à la loi des pressions partielles.

3) Au cours des échanges alvéolo-capillaires, le gaz diffuse toujours de la zone de plus haute pression vers la zone de plus basse pression. Dans ces deux régions les préssions tendent à s'égaliser.

4) La diffusion d'un gaz anesthésique et sa captation dépendent de plusieurs facteurs :

- Les facteurs physiques
  - . Forme de la molécule
  - . Longueur de la chaîne et poids moléculaire
  - . Substituants
  - . Dissolution sanguine du gaz.

- Les facteurs physiologiques
  - . Ventilation
  - . Diffusion alvéolo-capillaire
  - . Circulation
  - . Système mitochondrial
  - . Type de cellule considérée.
- Le mode d'administration
  - . Type de circuit (ouvert ou fermé)
  - . Ventilation spontanée ou assistée

A. HISTORIQUE.

Les premiers anesthésiques volatils utilisés ont été

- le chloroforme
- l'éther découvert en 1846, utilisé en 1908
- le cyclopropane, utilisé à partir de 1933 chez l'homme
- le protoxyde d'azote.

Mais tous ces produits présentent une grande inflammabilité donc d'importants risques d'explosions. Ils ont été petit à petit abandonnés au profit de liquides volatils non inflammables.

Ces gaz étaient administrés à l'aide d'appareils répondant à deux principes :

- soit la méthode ouverte

  Masque, tube d'Ayre

- soit des circuits fermés

par exemple le va et vient de Waters avec Canister renfermant de la chaux sodée servant à l'absorption du gaz carbonique rejeté lors de l'expiration.

Ces méthodes sont de plus en plus abandonnées aujourd'hui en raison des nombreux inconvénients qu'elles comportent.

1) En circuit ouvert

- perte d'agent anesthésique par l'air ambiant
- difficulté de connaître les rapports volumétriques des gaz administrés
- Mauvais contrôle de la ventilation.

2) En circuit fermé

- Difficulté de maintenir stable le niveau d'anesthésie car enrichissement progressif de l'air inspiré en vapeur anesthésique.
- Risque d'hypercapnie
- Toxicité de la chaux sodée

3) Pour les deux

- Risques d'explosions car l'air ambiant est chargé des vapeurs de l'anesthésique utilisé
- Variation de concentration selon la température ambiante.

B. ACTUELLEMENT, l'administration des gaz volatils est rendue possible par l'incorporation des vaporisateurs aux circuits anesthésiques servant à la ventilation du malade.

1) Soit ballon d'anesthésie

muni d'une valve anti retour évitant son accumulation et le surdosage (valve de Digby Leigh, de Ruben).

2) Soit appareils de ventilation assistée (R.P.R. Engström)

Le vaporisateur peut être monté en deux endroits par rapport au corps de l'appareil.

- Soit en amont : les gaz frais se chargent en vapeur anesthésique dès leur sortie du débitmètre, l'administration de vapeur est continue.

- en montage aval : les gaz vecteurs ne se chargent de vapeur anesthésique qu'au début du temps d'insufflation. L'administration est donc discontinue.

III - LA VAPORISATION DE L'HALOTHANE

1) L'HALOTHANE est un dérivé halogéné, dont la synthèse remonte à 1951. Il y eut de nombreux essais pharmacologiques effectués par RAVENTOS à partir de 1956.

Expérimenté en clinique humaine depuis une quinzaine d'années, c'est actuellement l'un des anesthésiques volatils les plus utilisés. Il s'agit d'un produit sûr, puissant dénué de tout risque explosif.

2) Il se présente sous forme d'un liquide incolore, limpide, d'odeur douce et agréable. Il est décomposé par la lumière, d'où son stockage en flacon teinté.

3) Caractéristiques :

poids moléculaire : 197,39

point d'ébullition : - 50,2º C.

point de congélation = - 118,3º C.

Chaleur latente de vaporisation : 32,5 Cal/g.

Il est commercialisé par les Laboratoires AVLON, sous le nom de F L U O T H A N E.

5) Il doit être administré à l'aide de vaporisateurs calibrés. Il en existe deux types :

A) Sans système thermocompensateur (type BOYLE)

Le pourcentage de vapeur d'halothane dans le circuit dépend de la température et du volume débité. Le principe de fonctionnement est le barbotage du gaz dans le liquide à vaporiser.

B) Le deuxième type de vaporiseur comporte un système thermo-compensateur (Fluotec Mark II)

Il fonctionne par l'échage de l'halothane dans une cuve ne recevant qu'une partie du flux gazeux, l'autre partie court-circuite l'évaporateur et le mélange se fait à la sortie de la cuve.

Celle-ci est régulée par deux lames à coefficients de dilatation différents qui permettent de délivrer des concentrations de vapeurs constantes quelle que soit la température ambiante

5) La vaporisation se fait par le passage au contact du liquide des gaz après la sortie des débitmètres.

6) Aux faibles débits, la puissance de vaporisation du Fluotec augmente.

Un graphique livré avec l'appareil permet de connaître le pourcentage réel d'halothane pour tout débit de gaz inférieur à 4 l/mn.

Pour un débit supérieur à ce chiffre, la concentration réelle délivrée est celle qu'indique l'appareil.

7) Le pourcentage d'halothane affiché sur le bouton de commande est en réalité une pression partielle. Il est constant quel que soit le débit de gaz dans le circuit d'anesthésie. Il correspond à la pression partielle d'halothane au niveau du flux alvéolaire. Il est constant tout au long de l'anesthésie. Cette caractéristique permet donc de contrôler la quantité d'anesthésique délivré, ce qui évite tout surdosage.

CONCLUSIONS

-:-

Au terme de notre travail, dont le but était de présenter les phénomènes de vaporisation et quelques unes de leurs applications en anesthésie-réanimation, sous forme audio-viduelle, nous croyons pouvoir proposer les conclusions suivantes :

1) La forme audio-visuelle se prête bien à la présentation d'un travail où l'exposé des phénomènes physiques nécessite des schémas et des photos de montage.

2) Un tel travail, pour ne pas lasser l'attention, doit être limité dans sa durée et le nombre de diapositives.

Aussi souhaitable que soit l'étude de plusieurs anesthésiques volatils, il nous a été nécessaire de nous borner, en application pratique, à l'étude du plus utilisé d'entre eux actuellement : l'HALOTHANE.

3) La progression logique, pédagogique et technique a été respectée :

- des lois physiques
- aux applications
- enfin UN exemple, que nous pensons bien choisi.

4) Enfin, la présentation audio-visuelle facilité pensons nous la révision des données déjà étudiées (lycées, collèges, PCEM) et souvent partiellement oubliées des étudiants du C.E.S. d'Anesthésie-Réanimation).

Leur usage pédagogique peut être collectif (illustration d'un cours) ou individuel (cabines dites "d'auto-enseignement").

-:-

Vu :
Le Président :

Signé : J. BAUMANN

Vu :
Le Doyen :

Signé : J. BAUMANN

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris :

Signé : R. MALLET

SERMENT

-:-

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les moeurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses !

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !

-:-